

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
7. Juli 2005 (07.07.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/061836 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **E21B 7/20**,  
E21C 39/00

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **STEIN, Dietrich**  
[DE/DE]; Sontener Berg 11, 44892 Bochum (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/012954

(22) Internationales Anmeldedatum:  
11. November 2004 (11.11.2004)

(74) Anwalt: **PFENNING MEINIG & PARTNER GBR**;  
Joachimstaler Strasse 10-12, 10719 Berlin (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,  
ZW.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

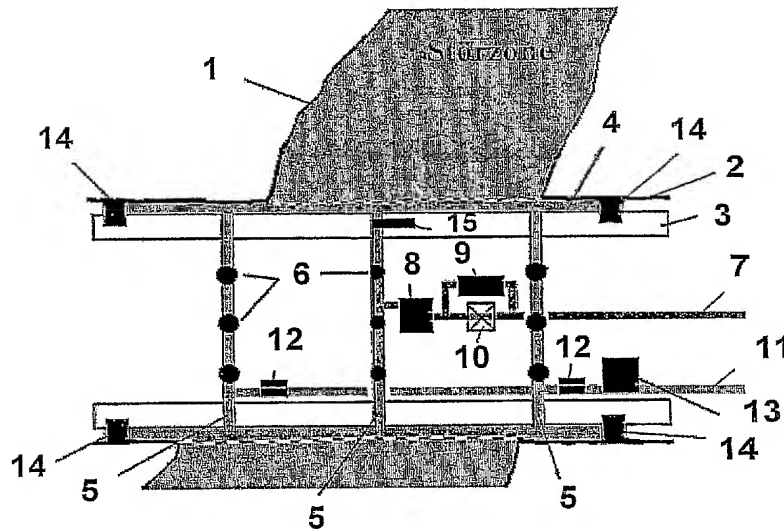
(30) Angaben zur Priorität:  
103 56 696.1 28. November 2003 (28.11.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **PROF. DR.-ING. STEIN & PARTNER GMBH**  
[DE/DE]; Konrad-Zuse-Str. 6, 44801 Bochum (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TRENCHLESS PIPE LAYING METHOD AND DEVICE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR GRABENLOSEN VERLEGUNG VON ROHRLEITUNGEN



(57) Abstract: The invention relates to a method for the trenchless underground laying of pipes. According to said method, a shield tunnel boring machine and then subsequently pipes (3) are driven through the ground (1) starting from a starting shaft. The shield tunnel boring machine produces a borehole (2) whose diameter is slightly greater than the outer diameter of the pipes. The annular space (4) between the borehole wall and the pipes thereby obtained is filled with a supporting and lubricating agent. During advance, a continuous and periodical examination of the composition of the ground is carried out in the area of the shield tunnel boring machine or the first pipe following the shield tunnel boring machine or the first lubricating point. Depending on the result of the examination, the ground in the examined area is sealed off and/or solidified by a sealing and/or solidifying agent and/or the composition of the supporting and lubricating agent is adjusted.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/061836 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

---

(57) **Zusammenfassung:** Bei einem Verfahren zur grabenlosen Verlegung von Rohrleitungen unterhalb des Erdbodens werden von einem Startschacht aus eine Schildmaschine und dieser nachfolgend Rohre (3) durch das Erdreich (1) getrieben, wobei die Schildmaschine ein Bohrloch (2) erzeugt, dessen Durchmesser geringfügig größer als der Außendurchmesser der Rohre ist. Der so zwischen der Bohrlochwandung und den Rohren erhaltene Ringraum (4) wird mit einem Stütz- und Schmiermittel gefüllt. Während des Vortriebs wird zumindest im Bereich der Schildmaschine oder des ersten der Schildmaschine folgenden Rohres oder der ersten Schmierstation eine kontinuierliche oder periodische Untersuchung der Beschaffenheit des Erdbodens durchgeführt und in Abhängigkeit von dem Ergebnis der Untersuchung wird das Erdreich im untersuchten Bereich durch ein Abdichtungs- und/oder Verfestigungsmedium abdichtet und/oder verfestigt und/oder die Zusammensetzung des Stütz- und Schmiermittels eingestellt.

Verfahren und Vorrichtung zur grabenlosen Verlegung  
von Rohrleitungen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Ober-  
begriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zur  
Durchführung dieses Verfahrens.

Bei der Verlegung von Ver- und Entsorgungsleitungen,  
vor allem im innerstädtischen Bereich, haben die  
technischen und wirtschaftlichen Forderungen resul-  
tierend aus dem Vorhandensein sensibler Lebensräume,  
dichter Leitungsnetze und viel befahrener Verkehrswe-  
ge dazu geführt, dass die geschlossene Bauweise ge-  
genüber der offenen Bauweise immer mehr an Bedeutung  
gewinnt. Zu den wichtigsten diesbezüglichen Bauver-  
fahren für die grabenlose Verlegung von Abwasserkanä-  
len, Wasserleitungen, Schutz- und Mantelrohren, Lei-  
tungskanälen und Leitungsgängen zählt der Rohrvor-  
trieb.

Bei diesem Verfahren werden von einer Startgrube aus mit Hilfe einer Hauptpressstation unter Zuhilfenahme von Zwischenpressstationen Vortriebsrohre durch den Baugrund bis in eine Zielgrube vorgetrieben. Der Vortrieb in gerader oder gekrümmter Linienführung wird dabei durch eine steuerbare Schildmaschine ermöglicht, die dem ersten Rohr vorgeschaltet ist. Das Gestein wird an der Ortsbrust mechanisch teilflächig oder vollflächig abgebaut und durch den vorgetriebenen Rohrstrang nach über Tage abgefördert. In Abhängigkeit des Außendurchmessers kommen im Werk vorgefertigte Vortriebsrohre in der Regel mit Kreisringquerschnitt  $1200 \leq \text{DN/ID} \leq 3000$  oder in einer Feldfabrik vor Ort hergestellte Vortriebsrohre mit noch größerer Nennweite zur Anwendung.

Das Einpressen von Schildmaschine und Rohrstrang erfolgt mit Hilfe der von der Pressstation erzeugten Vortriebskraft. Sie dient zur Überwindung des Eindringwiderstandes des Bohrkopfs in den anstehenden Baugrund und der Reibungswiderstände entlang der Mantelfläche der Schildmaschine sowie des nachfolgenden Rohrstranges im Boden (Mantelreibung). Um den Vortrieb in vertikaler und horizontaler Richtung steuern zu können, ist das Maß des von der Vortriebsmaschine erzeugten Bohrloches geringfügig größer als der Außendurchmesser der Vortriebsrohre, so dass diese innerhalb des Bohrloches gegeneinander abgewinkelt werden können und somit die gelenkig miteinander zu einem Rohrstrang verbundenen Rohre den von der Schildmaschine erzwungenen Richtungsänderungen ohne bzw. nur mit geringen Zwängungen folgen können. Das Maß, um welches der Bohrlochradius den Rohraußenradius übertrifft, wird als Ringspalt (bzw. bei räumlicher Betrachtungsweise als Ringraum) bezeichnet. Der Ringraum wird im Allgemeinen, insbesondere bei Vortrieben

im nichtstandfesten Lockergestein mit einem sogenannten Stütz- und Gleitmittel gefüllt, das einerseits den Boden gegen das Hineinfallen in den Ringraum abstützt und zusätzlich aufgrund seiner reibungsmin-  
5 dernden Wirkung zwischen Boden und Rohraußenfläche die erforderlichen Vortriebskräfte reduziert. Zu diesem Zweck steht das Stütz- und Gleitmittel unter einem Druck, dessen Höhe insbesondere vom horizontalen und vertikalen Erd- bzw. Gebirgsdruck, dem Grundwas-  
10 serdruck, der Durchlässigkeit des Bodens, den Ringraumabmessungen sowie den rheologischen Eigenschaften des Stütz- und Gleitmittels abhängig ist.

Ein häufig in der Praxis auftretendes Problem stellen  
15 über ein vertretbares Maß hinausgehende Stütz- und Gleitmittelverluste und Druckabfälle dar mit erheblichen Folgen für den weiteren Verlauf der Vortriebsarbeiten bis hin zum Vortriebsstillstand und zu unzulässigen Belastungen der Rohre.

Bei der Schmierung und Stützung des Ringraumes werden  
20 heute flüssige, feststofffreie und feststoffhaltige Flüssigkeiten (sog. Spülungen) eingesetzt, insbesondere Wasser, Bentonit-Spülungen oder Bentonit-  
25 Polymer-Spülungen.

Die Stützung wird mit Hilfe einer entsprechenden Druckbeaufschlagung der Spülung realisiert, wobei sicherzustellen ist, dass der Druck der stützenden  
30 Flüssigkeit an jeder beliebigen zu stützenden Stelle größer sein muss als der vom Grundwasser und Baugrund ausgehende Druck.

Im standfesten, grundwasserführenden Baugrund muss  
35 der Stützmitteldruck lediglich dem anstehenden Grundwasserdruck entgegenwirken. Für diesen Anwendungsfall

sind alle vorgenannten Spülmittel geeignet.

Im nichtstandfesten Baugrund muss das jeweils eingesetzte Stützmittel mit dem abzustützenden Boden einen Mechanismus entwickeln, der es ermöglicht, die Differenz aus dem Druck des Stützmittels und des anstehenden Erd- und/oder Grundwasserdrucks auf das Korngerüst des anstehenden Bodens vollständig zu übertragen. Für diesen Anwendungsfall sind insbesondere feststoffhaltige Stützmittel, wie z.B. Bentonit-Spülungen und Bentonit-Polymer-Spülungen, die über eine entsprechende Fließgrenze verfügen, geeignet.

Bei Bentonit-Spülungen bzw. Bentonit-Polymer-Spülungen erfolgt die Übertragung der Druckdifferenz auf das Korngerüst zeitunabhängig, wenn sich an der Oberfläche oder bis zu einer gewissen Eindringtiefe im oberflächennahen Bereich der Bohrlochwandung eine Zone ausbildet, deren Durchlässigkeit kleiner ist als die des anstehenden Bodens. In dieser Zone wird der Differenzdruck zwischen der Stützmittelseite und dem zu stützenden Boden in eine effektive, auf das Korngerüst wirkende Spannung umgesetzt.

An der Grenzfläche zwischen Boden und Bentonit-Spülung bzw. Bentonit-Polymer-Spülung lagert sich insbesondere bei größerem Stützmitteldruck zusätzlich eine dünne Schicht ab, die aus sich überlagernden Bentonitpartikeln besteht. Diese Schicht - auch als Filterkuchen bezeichnet - dichtet die Grenzfläche der Hohlraumwandung ab und begünstigt so die Übertragung des Stützmitteldruckes auf das Korngerüst.

Die Ausbildung der undurchlässigen Zonen bzw. des Filterkuchens gelingt jedoch nur dann, wenn die in der Bentonit-Spülung bzw. Bentonit-Polymer-Spülung

dispergierten Bentonitpartikel größer sind als die kleinsten Poren im anstehenden Boden beziehungsweise frei vorliegende Polymerpartikel infolge ihrer Beweglichkeit und Plastizität noch vorhandene Poren mechanisch-physikalisch verstopfen.

Der Einsatzbereich von Bentonitspülungen erstreckt sich deshalb auf grobkörnige, locker bis dicht gelagerte Sande und Kiese, ungleichförmige und inhomogene Böden mit Wasserdurchlässigkeitsbeiwerten von  $k_f > 10^{-3}$  m/s.

Bentonit-Polymer-Spülungen bestehen aus Wasser als Grundstoff, dem Bentonit und Polymere zugegeben werden. Sie werden bevorzugt in grobkörnigen Böden mit offenen Strukturen, wie z.B. gleichförmigen Grobkiesen zur Vermeidung von Ausströmungen und darüber hinaus in zum Quellen und Verkleben neigenden Tonböden eingesetzt. In der Praxis werden im vorliegenden Anwendungsfall unterschiedlichste Polymerarten eingesetzt. Sie dienen dabei z.B. zur Filtratreduzierung, als Schutzkolloid und zur Viskositätsregulierung.

Die Probleme der bestehenden Verfahrenstechnik zur Ringspaltstützung und Rohrstrangschmierung sind gekennzeichnet durch die folgenden Umstände:

- a) Die Modifizierung von Stützmitteln mit Hilfe von Additiven und insbesondere Polymeren ist im Wesentlichen von der Erfahrung der auf der Baustelle tätigen Fachkräfte abhängig. Es gibt zwar entsprechende Regelwerke zum Einsatz von Polymeren, wie z.B. das Merkblatt W 116 der DVGW "Verwendung von Spülungszusätzen in Bohrspülungen bei Bohrarbeiten im Grundwasser" mit entsprechenden Dosierungsempfehlungen für die jeweilige Spülungsre-

zeptur; doch aufgrund der großen Bandbreite an verfügbaren Polymerarten mit unterschiedlichen Wirkungsweisen sind diese eher als allgemeingültige Handlungsempfehlungen zu betrachten. Für den spezifischen Anwendungsfall werden daher in der Praxis in der Regel eigene "Experimente" zur Identifizierung geeigneter, modifizierter Stützmittel durchgeführt beziehungsweise selbst formulierte Stützmittel eingesetzt. Hierbei besteht allerdings die Gefahr, dass Kombinationen mehrerer Polymere zu unerwünschten Reaktionen führen können.

b) Die derzeit, eingesetzten automatischen Schmierstationen injizieren über im Rohrstrang integrierte Schmierstationen kontinuierlich das vorab festgelegte Stütz- und Schmiermittel in den Ringspalt. Dabei sind Injektionsmittelmengen und -drücke für jede Schmierstation individuell einstellbar. Da jedoch alle Schmierstationen von einem einzigen, im Bereich des Startschachtes installierten Behälter oder Mischer aus mit dem Stütz- und Schmiermittel über einen geschlossenen Kreislauf versorgt werden, ist es nicht möglich, entlang der Vortriebstrasse an den einzelnen Schmierstationen auf wechselnde geologische Strukturen mit unterschiedlichen, für den jeweiligen Anwendungsfall geeigneten Stütz- und Schmiermitteln zu reagieren.

c) In rolligen, kiesigen Böden besteht darüber hinaus die Gefahr, dass der aufgefahrne Ringspalt direkt hinter dem Schildschwanz über dem Rohrstrang zusammenbricht. In diesem Fall gibt es keine Möglichkeiten, den Ringspalt wieder herzustellen. Diese Situation ist unbedingt zu vermei-

den, da die Mantelreibung sprunghaft ansteigt und bei Erreichen der Pressenkapazität die Gefahr des Festfahrens des Vortriebs besteht.

5 Zur Reduzierung der Vortriebskräfte bzw. der Mantel-  
reibung wurde ein Mikrotunnelbauverfahren für den  
Einsatz unter Grundwasser in stark wasserdurchlässi-  
gen Böden entwickelt, das unter der Bezeichnung  
"Stützmembran-Depotbox-System" zur Anwendung kommt.  
10 Dieses Verfahren kennzeichnet sich dadurch, dass mit  
dem Vortrieb fortschreitend ein in einem Magazin im  
Nachläufer der Vortriebsmaschine gelagerter endloser  
Schlauch aus Weich-PVC mit einer Dicke von 0,3 mm ab-  
gewickelt wird, der die Vortriebsrohre umhüllt. Pa-  
15 rallel hierzu wird der Bereich zwischen Schlauch und  
Vortriebsrohr sowie zwischen Schlauch und anstehendem  
Boden mit einer Bentonitsuspension verpresst. Als  
Nachteile dieser Technik, die einer größeren Verbrei-  
tung entgegenstehen, sind eine sehr aufwendige Kon-  
20 struktion von Schildschwanz und Nachläufer, relativ  
großer Platzbedarf für das Schlauchmagazin sowie die  
Beschädigungsgefahr für den Schlauch zu nennen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfah-  
25 ren und eine Vorrichtung zur grabenlosen Verlegung  
von Rohrleitungen unterhalb des Erdbodens, bei denen  
von einem Startschacht aus eine Schildmaschine und  
dieser nachfolgend Rohre durch das Erdreich getrieben  
werden, wobei die Schildmaschine ein Bohrloch er-  
30 zeugt, dessen Durchmesser geringfügig größer als der  
Außendurchmesser der Rohre ist und wobei der zwischen  
der Bohrlochwandung und den Rohren bestehende Ring-  
raum mit einem Stütz- und Schmiermittel gefüllt wird,  
anzugeben, mit denen plötzlich auftretende Stütz- und  
35 Gleitmittelverluste bzw. Druckabfälle durch Bodenbe-  
reiche unterschiedlicher Beschaffenheit vermieden

werden können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 9. Vorteilhaft

5      teilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung ergeben sich aus den jeweiligen Unteransprüchen.

10      Dadurch, dass während des Vortriebs zumindest im Bereich der Schildmaschine oder des ersten der Schildmaschine folgenden Rohres oder der ersten Schmierstation eine kontinuierliche oder periodische Untersuchung der Beschaffenheit des Erdreichs durchgeführt wird und in Abhängigkeit von dem Ergebnis der Untersuchung das Erdreich im untersuchten Bereich durch

15      ein Abdichtungs- und/oder Verfestigungsmedium abdichtet und/oder verfestigt wird und/oder die Zusammensetzung des Stütz- und Schmiermittels eingestellt wird, kann das Erdreich durch das Abdichtungs-

20      und/oder Verfestigungsmedium so präpariert werden, dass es für das vorbereitete Stütz- und Schmiermittel eine ausreichende Dichtheit und Standfestigkeit besitzt, oder durch entsprechende Einstellung der Zusammensetzung des Stütz- und Schmiermittels kann dies

25      während des Rohrvortriebs an die jeweilige Bodenbeschaffenheit angepasst werden.

30      Die Untersuchung erfolgt vorzugsweise derart, dass mittels eines unter Druck gesetzten Prüfmediums die Dichtheit oder Durchlässigkeit der Bohrlochwand geprüft wird, indem zweckmäßig der Mengenverlust oder Druckverlust des Prüfmediums ermittelt wird. Das Verfahren kann insbesondere dadurch sehr einfach durchgeführt werden, dass als Prüfmedium das Stütz- und

35      Schmiermittel selbst mit einer vorbestimmten Zusam-

mensetzung verwendet wird.

Das Abdichtungs- und/oder Verfestigungsmedium wird vorteilhaft in das Erdreich eingepresst und geht in diesem in einen gelartigen oder festen Zustand über. Zweckmäßig kann hierfür ein Zwei- oder Mehrkomponentenmedium verwendet werden.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens weist im Bereich der Schildmaschine oder in einem der vorderen Rohre oder der ersten Schmierstation eine erste Prüf- und Injektionseinrichtung für das Stütz- und Schmiermittel sowie das Abdichtungs- und/oder Verfestigungsmedium auf. In dieser sind vorzugsweise alle zur Prüfung, Abdichtung und/oder Verfestigung erforderlichen Einrichtungen, d.h. alle Regel-, Kontroll- und Steuereinrichtungen und Messgeräte (Durchfluss-, Druckmessgerät) sowie alle Einrichtungen zur Lagerung, Mischung und Verpressung des Stütz- und Schmiermittels einerseits und des Abdichtung- und/oder Verfestigungsmediums andererseits enthalten. Weiterhin weist die Prüf- und Injektionseinrichtung vorteilhaft in den Ringraum mündende Öffnungen auf, die mit Zuführungsleitungen für das Stütz- und Schmiermittel sowie das Abdichtungs- und/oder Verfestigungsmedium verbindbar sind. Die Öffnungen sind zweckmäßig in Umfangsrichtung gleichmäßig verteilt und falls erforderlich, auch individuell ansteuerbar. Es können hierdurch - insbesondere bei Verwendung hochviskoser Suspensionen oder Pasten - gleichmäßige Druckverhältnisse im Bereich des Ringraums erzielt werden.

In dem Ringraum sind vorzugsweise mindestens zwei den Ringraum in Rohrlängsrichtung begrenzende Absperrelemente (Packer) zwischen der Bohrlochwandung einer-

seits und dem Rohrstrang andererseits vorgesehen, die in radialer Richtung expandierbar sein können. Es ist vorteilhaft, dass der gegenseitige Abstand der Absperrelemente in Längsrichtung veränderbar ist, wobei insbesondere ein vorderes Absperrelement im Bereich der Schildmaschine oder eines der vorderen Rohre oder der ersten Schmierstation mit dieser/diesem bewegbar und ein hinteres im Bereich des Startschachtes fest angeordnet sind. Ein weiteres Absperrelement kann etwa eine Rohrlänge hinter dem vorderen Absperrelement vorgesehen sein, wodurch ein Prüfraum gegenüber dem übrigen Ringraum des bereits verlegten Rohrstrangs abgedichtet wird, so dass im übrigen Ringraum der zur Sicherung des Vortriebs definierte Suspensionsdruck während der Untersuchung aufrecht erhalten werden kann.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Prüf- und Injektionseinrichtung im Längsschnitt, und

Fig. 2 die Prüf- und Injektionseinrichtung nach Fig. 1 im Querschnitt.

Die Figuren zeigen ein vom Erdreich 1 umgebenes Bohrloch 2, in das ein aus Einzelrohren bestehender Rohrstrang eingebracht wird. Das Bohrloch 2 wird durch eine vor (in Fig. 1 auf der linken Seite) dem Rohrstrang angeordnete, in Vorwärtsrichtung (in Fig. 1 nach links) vorgetriebene Schildmaschine geschaffen, wobei zwischen der Wand des Bohrlochs 2 und den einzelnen Rohren 3 ein Ringraum 4 erhalten wird. Zwischen der Schildmaschine und dem ersten der nachfol-

genden Rohre 3 kann gegebenenfalls ein Nachlaufrohr vorgesehen sein.

Das gezeigte Rohr 3, das beispielsweise das erste Rohr hinter der Schildmaschine oder an der ersten Schmierstation ist, enthält eine Prüf- und Injektions-  
einrichtung mit drei ringförmigen Injektionsleitungen 5, die an der Innenwand des Rohres 3 anliegen und in Umfangsrichtung in gleichmäßigen gegenseitigen  
Abständen Injektionsstutzen 6 aufweisen, die radial durch Bohrungen im Rohr 3 geführt sind und in den Ringraum 4 münden. Mit der mittleren Injektionslei-  
tung 5 ist eine durch den Rohrstrang gezogene Zuführungsleitung 7 verbunden, die zur Lieferung des Stütz- und Schmiermittels zu der mittleren Injekti-  
onsleitung 5 dient. In der Zuführungsleitung 7 befinden sich eine zentrale Steuereinheit 8 für die Stütz- und Schmiermittelinjektion sowie die Durchlässig-  
keitsprüfung einschließlich der Volumenstrommessung während der Untersuchungsphase, eine Mischeinrichtung 9 zur Modifizierung des Stütz- und Schmiermittels in  
einer Bypassleitung sowie ein Absperrventil 10 für die Bypassleitung. Mit den beiden äußeren Injektions-  
leitungen 5 ist eine ebenfalls von dem Startschacht aus durch den Rohrstrang verlaufende Zuführungslei-  
tung 11 verbunden, durch die das Abdichtungs- und/oder Verfestigungsmedium oder aber Zusätze für das Stütz- und Schmiermittel geliefert werden. Auch  
in dieser Zuführungsleitung 11 befinden sich Steuer-  
einheiten 12 für die Injektion des Abdichtungs- und/oder Verfestigungsmediums bzw. der Zusätze sowie eine Mischeinheit 13 für das Abdichtungs- und/oder  
Verfestigungsmedium. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, jede der Zuführungsleitungen 7 und 11 mit  
allen drei Injektionsleitungen 5 zu koppeln, wobei der jeweilige Kopplungszustand über individuell steu-

erbare Absperrventile erhalten wird.

Vor und hinter der Prüf- und Injektionseinrichtung befindet sich zwischen der Außenwand des Rohres 3 und der Wand des Bohrlochs 2 jeweils ein pneumatisch oder hydraulisch aufblasbares Absperrelement 14 (Packer), so dass in deren aufgeblasenem Zustand der Ringraum 4 zwischen den Absperrelementen 14 von demjenigen - falls vorhanden - vor dem vorderen und demjenigen hinter dem hinteren Absperrelement 14 getrennt ist. Das vordere Absperrelement 14 kann jedoch auch im Bereich der Schildmaschine oder eines dieser unmittelbar folgenden Nachlaufrohres angeordnet sein; hierbei kann eine Schildschwanzdichtung die Funktion des Absperrelements 14 übernehmen oder das Absperrelement 14 in Form einer Schildschwanzdichtung ausgebildet sein. Zusätzlich ist in der Regel noch ein stationäres Absperrelement im Bereich des Startschachts, vorzugsweise in der Brillenwand, vorgesehen, das den Ringraum 4 zwischen dem hinteren Absperrelement 14 und dem Startschacht abdichtet, so dass in diesem der zur Sicherung des Vortriebs definierte Suspensionsdruck während der Prüfung aufrecht erhalten werden kann. Die beiden gezeigten Absperrelemente 14 hingegen bewegen sich unter Einhaltung eines konstanten gegenseitigen Abstands entsprechend dem Vortrieb des Rohrstrangs durch das Bohrloch.

Schließlich zeigen die Figuren noch eine Messeinrichtung 15 zur Erfassung des Injektions-/Stützdrucks im Ringraum 4.

Während des Vortriebs der Schildmaschine mit nachfolgendem Rohrstrang wird das über die Zuführungsleitung 7 gelieferte Stütz- und Schmiermittel in Form von Wasser, einer Bentonitsuspension, oder einer Bento-

nit-Polymer-Suspension, das eine für den vermuteten Baugrund geeignete Zusammensetzung hat, durch die Injektionsstutzen 6 in den Ringraum 4 gedrückt. Anhand der Messeinrichtung in der Steuereinheit 8 und der Messeinrichtung 15 werden etwaige Verluste des Stütz- und Schmiermittels bzw. Druckabfälle gemessen und hieraus die Beschaffenheit des Bodens ermittelt. Er- gibt sich, dass das Erdreich 1 an der Messstelle eine zu hohe Durchlässigkeit besitzt, dann besteht die Möglichkeit, ein Abdichtungs- und/oder Verfestigungs- medium über die Zuführungsleitung 11, die Injektions- leitungen 5 und die Injektionsstutzen 6 in das Erd- reich 1 einzupressen, und dadurch vorübergehend, das heißt zumindest für die Dauer des Rohrvortriebs, so abzudichten und/oder zu verfestigen, dass die Verlus- te des eingesetzten Stütz- und Schmiermittels mini- miert werden. Geeignet ist ein solches Medium, dessen Eigenschaften (insbesondere Konsistenz und Viskosi- tät) und Partikelgrößen so beschaffen sind, dass es bei Druckbeaufschlagung in das Erdreich eindringt und nach Druckentlastung in diesem verbleibt und dort nach einer einstellbaren Zeit in einen gelartigen o- der festen Zustand übergeht. Das Medium kann in der Mischeinheit 13 abhängig von der Durchlässigkeit des Erdreichs 1 speziell formuliert und gemischt werden. Dabei kann auch die gesamte zur Verfügung stehende Bandbreite sowohl der chemisch aktiven als auch der chemisch nicht aktiven Additive einschließlich Füll- stoffen und Stopfmitteln zurückgegriffen werden. Es sind sowohl Pasten und Suspensionen als auch Lösungen verwendbar. Dabei muss unter allen Umständen darauf geachtet werden, dass der Ringraum 4 aufrecht erhal- ten bleibt.

Das Erdreich 1 kann bereits im Bereich des Schildma- schinenmantels durch in diesem integrierte Injekti-

onsöffnungen mit einem speziellen Injektionsmittel  
abgedichtet und/oder verfestigt werden, wobei der  
Mantel als Gleitschalung fungiert, bis der injizierte  
Boden eine ausreichend hohe Festigkeit bzw. ausrei-  
5 chend geringe Durchlässigkeit aufweist, um den später  
freigegebenen Ringspalt aufrechtzuerhalten. Die Au-  
ßenfläche des Mantels kann hierfür mit einer haf-  
tungsmindernden Schicht versehen sein oder es kann  
ein Injektionsmittel verwendet werden, das nicht an  
10 dem Mantel anhaftet.

Das Abdichtungs- und/oder Verfestigungsmedium kann  
fertig gemischt injiziert werden oder es können zwei  
oder mehr Komponenten von diesen in zwei oder mehr  
15 aufeinander folgenden Phasen in das Erdreich einge-  
bracht werden.

Die nicht aktiven Zusatzmittel wie Füllstoffe und  
Stopfmittel können zusätzlich zum Stütz- und Schmier-  
20 mittel zugeführt werden, so dass sich dessen Zusam-  
mensetzung im Ringraum 4 entsprechend verändert und  
hierdurch die Durchlässigkeit des Erdreichs 1 für  
dieses herabgesetzt wird.

Aus praktischen Gründen wird die Prüfung der Boden-  
durchlässigkeit mit dem Stütz- und Schmiermittel vor-  
bestimmter Zusammensetzung selbst durchgeführt. Es  
25 ist jedoch auch möglich, hierfür ein eigenes Prüfme-  
dium zu verwenden. Dies erhöht jedoch den nötigen ge-  
30 räte- und verfahrensmäßigen Aufwand.

Die Untersuchung der Bodenbeschaffenheit und die et-  
waige Abdichtung und/oder Verfestigung der Bohrloch-  
wand erfolgen in allen Vortriebsphasen, bevorzugt in  
35 Stillstandszeiten des Rohrstranges beispielsweise  
während des Einbaus eines weiteren Rohres im Start-

schacht oder beim Vortrieb der Schildmaschine mit Hilfe einer in dieser installierten Teleskopeinrichtung. Danach kann der Vortrieb des Rohrstranges um beispielsweise eine Rohrlänge fortgesetzt werden, wobei die Absperrelemente 14 deaktiviert sind und der Druck im Ringspalt 4 aufrechterhalten wird. Die Absperrelemente 14 können sich zum Schutz vor mechanischen Beschädigungen während des Vortriebs in an der Außenseite der Schildmaschine oder des Rohres 3 vorgesehenen Taschen befinden, die gegebenenfalls mit einer beweglichen Abdeckung versehen werden können. Die Prüf- und Injektionseinrichtung wird mit dem Rohrstrang vorgeschoben, so dass die Untersuchung in einem anderen Bodenbereich erneut durchgeführt werden kann.

Nach Durchörterung, Abdichtung und/oder Verfestigung der festgestellten Inhomogenität des Baugrunds kann der weitere Vortrieb mit dem für den vermuteten Baugrund vorbereiteten Stütz- und Schmiermittel durchgeführt werden.

Es kann empfehlenswert sein, einige Rohrlängen hinter der unmittelbar hinter der Rohrmaschine installierten Prüf- und Injektionseinrichtung eine weitere derartige Einrichtung vorzusehen, mit der eine erneute Prüfung und gegebenenfalls Korrektur der Bodendurchlässigkeit vorgenommen werden können.

## Patentansprüche

5

1. Verfahren zur grabenlosen Verlegung von Rohrleitungen unterhalb des Erdbodens, bei dem von einem Startschacht aus eine Schildmaschine und dieser nachfolgend Rohre (3) durch das Erdreich (1) getrieben werden, wobei die Schildmaschine ein Bohrloch (2) erzeugt, dessen Durchmesser geringfügig größer als der Außendurchmesser der Rohre (3) ist und wobei der zwischen der Bohrlochwandung und den Rohren (3) bestehende Ringraum (4) mit einem Stütz- und Schmiermittel gefüllt wird,

10

15

dadurch gekennzeichnet, dass während des Vortriebs zumindest im Bereich der Schildmaschine oder des ersten der Schildmaschine folgenden Rohres (3) oder der ersten Schmierstation eine kontinuierliche oder periodische Untersuchung der Beschaffenheit des Erdreichs (1) durchgeführt wird und in Abhängigkeit von dem Ergebnis der Untersuchung das Erdreich (1) im untersuchten Bereich durch ein Abdichtungs- und/oder Verfestigungsmedium abgedichtet und/oder verfestigt wird und/oder die Zusammensetzung des Stütz- und Schmiermittels eingestellt wird.

20

25

30

1. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mittels eines Prüfmediums die Dichtigkeit oder Durchlässigkeit der Bohrlochwand geprüft wird.

2. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Mengenverlust oder Druckverlust des verwendeten Prüfmediums ermittelt wird.
- 5 3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass als Prüfmedium das Stütz- und Schmiermittel mit vorbestimmter Zusammensetzung verwendet wird.
- 10 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass als Stütz- und Schmiermittel Wasser oder eine Bentonitsuspension oder eine Bentonit-Polymer-Suspension verwendet wird.
- 15 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zur Abdichtung und/oder Verfestigung des Erdreichs (1) ein Abdichtungs- und/oder Verfestigungsmedium in das Erdreich eingedrückt wird und in diesem in einen gelartigen oder festen Zustand übergeht.
- 20 6. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Abdichtungs- und/oder Verfestigungsmedium ein Zwei- oder Mehrkomponentenmedium verwendet, das in zwei oder mehr aufeinander folgenden Phasen injiziert wird.
- 25 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Untersuchung und gegebenenfalls Abdichtung und/oder Verfestigung und/oder Einstellung der Zusammensetzung des Stütz- und Schmiermittels im Abstand einiger Rohrlängen wiederholt wird.
- 30 8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich der Schildmaschine o-

der in einem der vorderen Rohre (3) eine erste Prüf- und Injektionseinrichtung für das Stütz- und Schmiermittel sowie das Abdichtungs- und Verfestigungsmedium vorgesehen ist.

- 5           9.    Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekenn-  
             zeichnet, dass getrennte Leitungen (7, 11) für  
             die Zuführung des Stütz- und Schmiermittels ei-  
             nerseits und des Abdichtungs- und/oder Verfesti-  
10           gungsmediums oder von zusätzlich für das Stütz-  
             und Schmiermittel andererseits zu der Prüf- und  
             Injektionseinrichtung vorgesehen sind.
10.   Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekenn-  
             zeichnet, dass in der Leitung (11) für die Zu-  
             führung des Abdichtungs- und/oder Verfestigungs-  
15           mediums eine steuerbare Mischeinheit (13) für  
             die Einstellung der rheologischen Eigenschaften  
             des Abdichtungs- und/oder Verfestigungsmediums  
             vorgesehen ist.
11.   Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch  
20           gekennzeichnet, dass die Prüf- und Injektions-  
             einrichtung in den Ringraum (4) mündende Öffnun-  
             gen (6) aufweist, die jeweils mit einer oder mit  
             beiden Zuführungsleitungen (7, 11) verbindbar  
             sind.
12.   Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12,  
25           dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei den  
             Ringraum (4) in Rohrlängsrichtung begrenzende  
             Absperrelemente (14) zwischen der Bohrlochwan-  
             dung einerseits und dem Rohrstrang andererseits  
30           vorgesehen sind.
13.   Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekenn-  
             zeichnet, dass die Absperrelemente (14) in radi-

aler Richtung pneumatisch oder hydraulisch expandierbar sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass der gegenseitige Abstand der Absperrelemente (14) in Längsrichtung veränderbar ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass ein erstes Absperrelement (14) im Bereich der Schildmaschine oder einem der vorderen Rohre (3) oder der ersten Schmierstation mit dieser/diesem bewegbar und ein zweites Absperrelement im Bereich des Startschachts fest angeordnet sind.

16. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass ein drittes Absperrelement (14) etwa eine Rohrlänge hinter dem ersten Absperrelement (14) vorgesehen ist.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungen (6) in Umfangsrichtung gleichmäßig verteilt angeordnet und zur Erzielung gleichmäßiger Druckverhältnisse im Ringraum (4) individuelle gesteuert und aktiviert werden können..

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite Prüf- und Injektionseinrichtung im Rohrstrang mehrere Rohrlängen hinter der ersten Prüf- und Injektionseinrichtung vorgesehen ist.

Fig. 1

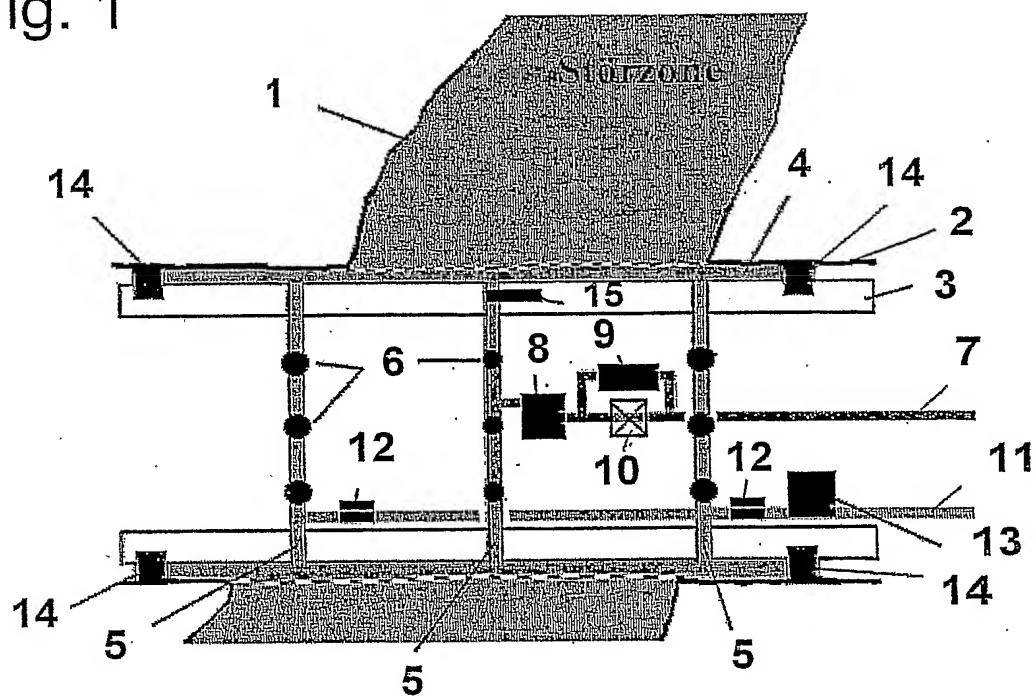
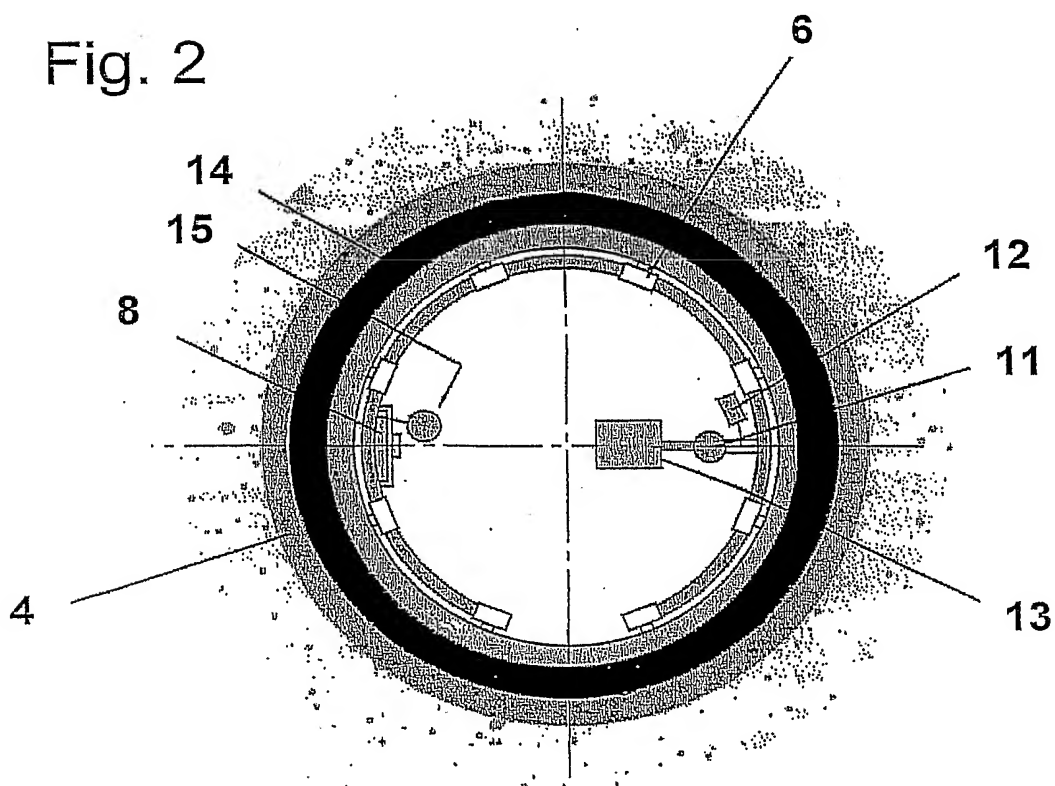


Fig. 2



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/012954

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 E21B7/20 E21C39/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 E21B E21D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 198 17 000 A (FORSHEDA AB) 29 October 1998 (1998-10-29) abstract	1,8
A	DE 199 13 016 A (CP-COMPUTING POINT GMBH) 21 October 1999 (1999-10-21) abstract	1,8

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 March 2005

Date of mailing of the international search report

24/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5318 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Rampelmann, K

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/012954

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19817000	A	29-10-1998	SE 513654 C2	16-10-2000
			DE 19817000 A1	29-10-1998
			FR 2762375 A1	23-10-1998
			JP 10299383 A	10-11-1998
			SE 9701513 A	23-10-1998
DE 19913016	A	21-10-1999	DE 29806585 U1	26-08-1999
			DE 29813467 U1	29-07-1999
			DE 19913016 A1	21-10-1999

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/012954

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 E21B7/20 E21C39/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 E21B E21D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 198 17 000 A (FORSHEDA AB) 29. Oktober 1998 (1998-10-29) Zusammenfassung	1,8
A	DE 199 13 016 A (CP-COMPUTING POINT GMBH) 21. Oktober 1999 (1999-10-21) Zusammenfassung	1,8

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. März 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

24/03/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Rampelmann, K

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/012954

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19817000 A	29-10-1998	SE 513654 C2	16-10-2000
		DE 19817000 A1	29-10-1998
		FR 2762375 A1	23-10-1998
		JP 10299383 A	10-11-1998
		SE 9701513 A	23-10-1998
DE 19913016 A	21-10-1999	DE 29806585 U1	26-08-1999
		DE 29813467 U1	29-07-1999
		DE 19913016 A1	21-10-1999